

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 59 156.6

Anmeldestag: 29. November 2000

Anmelder/Inhaber: SICK AG,  
Waldkirch/DE

Bezeichnung: Abstandsbestimmung

IPC: G 01 S 17/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. November 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Abstandsbestimmung**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Bestimmen des Objektabstands zwischen einem nach dem Triangulationsprinzip arbeitenden optoelektronischen Sensor und einem Tastobjekt.

Bei bekannten Sensoren, die nach dem Triangulationsprinzip arbeiten, wird ein ausgesandter Lichtfleck auf dem Objekt, dessen Abstand bestimmt werden soll, abgebildet und vom Objekt auf einen ortsauf lösenden Empfänger abgebildet. Die Position des reflektierten und/oder remittierten Lichtflecks auf dem Empfänger ist von dem auch als Tastweite bezeichneten Abstand zwischen dem Sensor und dem Objekt abhängig. Die Lage des Schwerpunkts des Lichtflecks auf dem Empfänger kann somit als Maß für den zu bestimmenden Abstand verwendet werden. Hierzu ist es bekannt, den lichtempfindlichen Bereich des Empfängers in zwei Unterbereiche zu unterteilen, nämlich einen Nahbereich und einen Fernbereich. Die Verteilung der Intensität des abgebildeten Lichtflecks zwischen dem Nahbereich und dem Fernbereich ist von dem Objektabstand abhängig, so daß die Differenz zwischen den Ausgangssignalen der beiden Bereiche das Maß für den Objektabstand bildet.

Nachteilig an diesen Sensoren ist, daß Störsignale, die dem eigentlichen Empfangssignal, das von dem vom Objekt reflektierten und/oder remittierten Lichtfleck stammt, überlagert sind, nicht als solche erkannt werden können. Quellen derartiger Störsignale sind beispielsweise Fehler oder Verschmutzungen der Sensoroptik, spiegelnde, glänzende oder stark kon-

trastbehaftete Flächen entweder auf dem Objekt, dessen Abstand bestimmt werden soll, oder auf Störobjekten, die seitlich oder hinter dem zuertastenden Objekt angeordnet sind und auch als Hintergrundobjekte bezeichnet werden.

5

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Möglichkeit zu schaffen, mit einem nach dem Triangulationsprinzip arbeitenden optoelektronischen Sensor den Abstand zwischen dem Sensor und einem Objekt auf möglichst einfache und zuverlässige Weise unabhängig von eventuell vorhandenen, das eigentliche Empfangssignal verfälschenden Fehlerquellen zu bestimmen.

10

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt zum einen durch die Merkmale des Verfahrensanspruchs 1 und insbesondere dadurch, daß der Sensor wenigstens einen Meßkanal zwischen einer Sendeeinheit zum Aussenden 15 elektromagnetischer Abtaststrahlen in den Meßbereich und einer Empfangseinheit zum Nachweisen von aus dem Meßbereich reflektierten und/oder remittierten Abtaststrahlen aufweist, daß der Sensor zumindest einen Zusatzkanal aufweist, der zusätzlich zu der Sendeeinheit und der Empfangseinheit des Meßkanals eine weitere Sendeeinheit und/oder eine 20 weitere Empfangseinheit aufweist, und daß zur Bestimmung des Objektabstands die Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals gemeinsam ausgewertet werden.

Erfindungsgemäß stehen durch den Zusatzkanal zusätzliche Informationen zur Verfügung, die durch die gemeinsame Auswertung mit den Informationen aus dem Meßkanal herangezogen werden können, um Fehlerquellen als solche zu identifizieren und so den Einfluß der Fehlerquellen 25 auf die Abstandsmessung zu reduzieren.

Die gemeinsame Auswertung erfolgt in einer dem Sensor zugeordneten Auswerteeinheit, an welche die Empfangseinheit oder Empfangseinheiten angeschlossen sind. In Abhängigkeit von der Ausgestaltung des Verfahrens zur Abstandsbestimmung bzw. von dem Aufbau und der Betriebsweise des Sensors können jeweils geeignete mathematische Auswerteverfahren, z.B. Kreuzkorrelationen zwischen einer abgespeicherten oder eingebrachten Intensitätsverteilung der Empfangssignale und einer aktuellen Intensitätsverteilung, zum Einsatz kommen.

Bevorzugt ist es, wenn der Meßkanal und der Zusatzkanal für jeden Objektabstand gemeinsam und insbesondere zumindest im wesentlichen gleichzeitig betrieben werden.

Hierunter fällt es auch, wenn die Kanäle in schneller Folge nacheinander angesteuert werden, indem z.B. mehrere Sendeeinheiten ihre Abtaststrahlen in kurzen Zeitabständen nacheinander aussenden und/oder mehrere Empfangseinheiten nacheinander ausgelesen werden, um den jeweiligen Objektabstand durch gemeinsame Auswertung der Empfangssignale zu bestimmen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen werden, daß allein das Empfangssignal des Meßkanals zur Bestimmung eines Abstandswertes verwendet wird, mittels des Empfangssignals des Zusatzkanals festgestellt wird, ob die Empfangssignale zumindest ein Zusatzkriterium erfüllen, und bei erfülltem Zusatzkriterium der Abstandswert als Maß für den Objektabstand verwendet wird.

Für die eigentliche Abstandsmessung wird somit allein das Empfangs-  
signal des Meßkanals verwendet, nachdem mit Hilfe des Empfangssignals  
des Zusatzkanals überprüft worden ist, ob die Messung gewissen Anforde-  
rungen genügt und die Empfangssignale bestimmte Zusatzbedingungen  
erfüllen. Mittels des Zusatzkanals kann somit entschieden werden, ob das  
Empfangssignal des Meßkanals verfälscht ist oder nicht.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann vorgese-  
hen sein, daß die Empfangssignale sowohl des Meßkanals als auch des  
10 Zusatzkanals zur Bestimmung eines als Maß für den Objektabstand die-  
nenden Abstandswertes verwendet werden.

Hierbei wird der Abstandswert nicht allein mit Hilfe eines der Empfangs-  
signale ermittelt, sondern es werden die Empfangssignale sowohl des  
15 Meßkanals als auch des Zusatzkanals herangezogen, um den Objektab-  
stand zu bestimmen.

Bevorzugt ist es, wenn im Meßkanal und/oder im Zusatzkanal jeweils die  
Intensitätsverteilung des Empfangssignals auf der Empfangseinheit oder  
20 auf den Empfangseinheiten für die Abstandsbestimmung verwendet wird.

Als Empfangseinheiten können erfindungsgemäß ortsauflösende Detekto-  
ren von grundsätzlich beliebiger Art vorgesehen werden. Die Position eines  
vom Objekt reflektierten und/oder remittierten Lichtflecks und Informa-  
25 tionen über die Umstände der Lichtfleckreflexion und/oder -remission  
können aus der oder den nachgewiesenen Intensitätsverteilungen abgele-  
sen werden.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird für den Meßkanal und den Zusatzkanal jeweils eine eigene Sendeeinheit und vorzugsweise eine gemeinsame Empfangseinheit verwendet.

5 Es wird bei dieser Erfindungsvariante mit zumindest zwei Empfangseinheiten gearbeitet, die so betrieben werden, daß die ausgesandten Abtaststrahlen an unterschiedlichen Positionen auf dem Objekt auftreffen, so daß auf der Empfangseinheit ein entsprechender Positionsunterschied detektiert wird.

10 Dabei können zur Bildung des Meßkanals und des Zusatzkanals die beiden Sendeeinheiten die Abtaststrahlen in unterschiedliche Richtungen aussenden. Dann werden vorzugsweise bei der gemeinsamen Auswertung einander entsprechende charakteristische Bereiche der Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals jeweils daraufhin untersucht, ob sie insbesondere um ein erwartetes Maß gegeneinander verschoben sind.

15 Alternativ ist bei der Verwendung mehrerer Sendeeinheiten gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß die Abtaststrahlen des Meßkanals und des Zusatzkanals auf unterschiedliche Entferungen fokussiert werden, wobei bevorzugt in einem Kanal auf einen Nahbereich und im anderen Kanal auf einen Fernbereich fokussiert wird.

20 Dann werden vorzugsweise bei der gemeinsamen Auswertung einander entsprechende charakteristische Bereiche der Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals jeweils daraufhin untersucht, ob die ausgesandten Abtaststrahlen mit insbesondere gemäß einem erwarteten Maß unterschiedlicher Schärfe abgebildet werden.

In einer weiteren, mehrere Sendeeinheiten verwendenden Alternative ist gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß die Abtaststrahlen des Zusatzkanals gezielt derart und insbesondere unfov 5 kussiert, gestreut, aufgeweitet und/oder diffus ausgesandt werden, daß eine räumlich ausgedehnte Abtastzone in den Meßbereich ausgesandt wird. Dabei kann die Abtastzone bevorzugt einen wesentlichen Teil des Abtastobjektseitigen Halbraums des Sensors oder zumindest im wesentlichen den gesamten Halbraum abdecken.

10 Dann wird bei der gemeinsamen Auswertung vorzugsweise eine Differenz zwischen den Empfangssignalen des Meßkanals und des Zusatzkanals gebildet. Hierbei wird bevorzugt zunächst das Empfangssignal des Zusatzkanals vom Empfangssignal des Meßkanals abgezogen, negative Differenzwerte werden anschließend gleich Null gesetzt, und ein resultierendes 15 positives Differenzsignal wird dann für die Abstandsbestimmung verwendet.

20 Mit der räumlich ausgedehnten Abtastzone kann das zu Störsignalen führende Streulicht nachgebildet werden, so daß kritische Sichtbereiche des Sensors auf das Vorhandensein von Störobjekten überwacht werden können.

25 Erfnungsgemäß können nicht nur mehrere Sendeeinheiten vorgesehen werden, sondern es kann alternativ auch empfangsseitig eine Unterteilung in mehrere Empfangseinheiten und/oder Empfangsoptiken erfolgen. Dabei wird vorzugsweise für den Meßkanal und den Zusatzkanal eine gemeinsame Sendeeinheit verwendet.

Gemäß einer bevorzugten Variante der Erfindung ist hierbei die Sendeeinheit zwischen den wenigstens zwei Empfangseinheiten und/oder Empfangsoptiken angeordnet, wird für die Empfangssignale jeweils ein Schwerpunkt und der Abstand des Schwerpunkts von der Position der Sendeeinheit ermittelt, und wird der Mittelwert der Schwerpunktsabstände als Maß für den Objektabstand verwendet.

Gemäß einer alternativen Variante der Erfindung können die wenigstens zwei Empfangseinheiten und/oder Empfangsoptiken auf derselben Seite der Sendeeinheit angeordnet und der Abstand zwischen einander entsprechenden charakteristischen Bereichen der Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals als Maß für den Objektabstand verwendet werden.

Während die Verwendung mehrerer Sendeeinheiten insbesondere dann in Frage kommt, wenn neben oder hinter dem zu ertastenden Objekt spiegelnde oder glänzende Störobjekte zu erwarten sind, werden mehrere Empfangseinheiten und/oder Empfangsoptiken insbesondere dann eingesetzt, wenn Fehler aufgrund eines relativ stark kontrastbehafteten Tastobjekts erwartet werden.

Alle in den Ansprüchen, der Beschreibungseinleitung und der nachfolgenden Figurenbeschreibung erwähnten Varianten der Erfindung können - sofern sie einander nicht widersprechen - auch miteinander kombiniert werden, wodurch eine besonders sichere und zuverlässige Bestimmung des Objektabstands möglich ist.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe erfolgt zum anderen durch die Merkmale des Vorrichtungsanspruchs 20 und insbesondere durch eine Vorrichtung zum Bestimmen des Objektsabstands zwischen einem nach dem Triangulationsprinzip arbeitenden optoelektronischen Sensor und einem Tastobjekt mit wenigstens einem Meßkanal zwischen einer Sendeeinheit zum Aussenden elektromagnetischer Abtaststrahlen in den Meßbereich und einer Empfangseinheit zum Nachweisen von aus dem Meßbereich reflektierten und/oder remittierten Abtaststrahlen, mit zumindest einem Zusatzkanal, der zusätzlich zu der Sendeeinheit und der Empfangseinheit des Meßkanals eine weitere Sendeeinheit und/oder eine weitere Empfangseinheit aufweist, und mit einer Auswerteeinheit zur gemeinsamen Auswertung der Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals zur Bestimmung des Objektabstands.

15 Vorzugsweise sind alle Sende- und Empfangseinheiten in einer gemeinsamen Sensorebene angeordnet, die bevorzugt senkrecht zu der den kürzesten Abstand zwischen dem Sensor und dem Objekt entsprechenden Abstandsrichtung, die auch als Sende- und/oder Empfangsachse bezeichnet wird, verläuft.

20 Bevorzugt ist die oder jede Sendeeinheit in Form einer LED oder einer Lasereinrichtung, beispielsweise einer Laserdiode, vorgesehen. Des weiteren ist vorzugsweise die oder jede Empfangseinheit in Form eines ortsauflosenden Detektors z.B. in Form eines ein- oder mehrreihigen Fotodioden-  
25 Arrays, einer CCD (Charge Coupled Device) oder einer PSD (Position Sensitive Device) vorgesehen.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind auch in den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die  
5 Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 - 4 jeweils in schematischen Darstellungen verschiedene Ausführungsformen der Erfindung, und zwar jeweils eine Sensorsanordnung (Fig. 1a, 2a, 3a, 4a) und empfangsseitige Intensitätsverteilungen (Fig. 1b, 2b, 3b, 4b).  
10

In dem Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß Fig. 1a und 1b umfaßt der Sensor 11 zwei räumlich getrennte, in einer Sensorebene 21 um  $\Delta X$  beabstandete Sendeeinheiten S1 und S2 z.B. in Form einer LED oder einer  
15 Laserdiode. Den Sendeeinheiten S1 und S2 ist eine gemeinsame Sendeoptik FS z.B. in Form einer Linse zur Fokussierung der Abtaststrahlen zugeordnet.

Des weiteren weist der Sensor 11 für die beiden Sendeeinheiten S1, S2  
20 eine gemeinsame Empfangseinheit E z.B. in Form eines ein- oder mehrreihigen Fotodioden-Arrays auf, die ebenfalls in der Sensorebene 21 angeordnet ist. Der Empfangseinheit E ist eine z.B. als Linse ausgebildete Empfangsoptik FE zugeordnet. Alternativ könnte die Empfangseinheit E auch außerhalb der Sensorebene 21 angeordnet sein.

25 Die erwähnten Sensorkomponenten sind in einem gemeinsamen Sensorgehäuse 23 angeordnet, das in Fig. 1a durch eine strichpunktlierte Linie angedeutet ist.

Der Sensor 11 dient dazu, den im folgenden als Objektabstand bezeichneten Abstand D zwischen dem Sensor 11 und einem im Meßbereich des Sensors 11 liegenden Tastobjekt 13 zu bestimmen. Als Bezugsebene für 5 die Abstandsbestimmung dient am Sensor 11 z.B. die Sensorebene 21, wie es in Fig. 1a angedeutet ist.

Der Sensor 11 arbeitet nach dem Triangulationsprinzip. Von den Sende- 10 einheiten S1, S2 ausgesandte Abtaststrahlen werden nach Durchgang durch die Sendeoptik FS vom Tastobjekt 13 reflektiert und/oder remittiert und mittels der Empfangsoptik FE auf der gemeinsamen Empfangseinheit E abgebildet. Jede Sendeeinheit S1, S2 erzeugt auf dem Tastobjekt 13 einen Lichtfleck oder Tastfleck 19, der auf der Empfangseinheit E abgebildet wird und dessen Position auf der Empfangseinheit E vom Objektabstand 15 D abhängig ist.

Wenn keine Störquellen vorhanden sind, dann kann bereits aus der Position eines Tastflecks auf der Empfangseinheit E der Objektabstand D bestimmt werden.

20 Das erfindungsgemäße Vorsehen von zwei separaten, gemeinsam betriebenen Kanälen, d.h. einem Meßkanal S1-E und einem Zusatzkanal S2-E, gestattet eine sichere und zuverlässige Messung des Objektabstands D auch dann, wenn Störquellen vorhanden sind, die von den Sendeeinheiten 25 S1, S2 ausgesandte Strahlung auf die Empfangseinheit E reflektieren und/oder remittieren und so die eigentlichen, vom Tastobjekt 13 stammenden Empfangssignale verfälschen. Bei den Störobjekten kann es sich beispielsweise um Flächen mit hohem Reflexions- und/oder Remissions-

vermögen, insbesondere spiegelnde Flächen, neben oder hinter dem Tastobjekt 13 handeln. In Fig. 1a ist ein derartiges spiegelndes Störobject 15 schematisch dargestellt, das sich außerhalb der Sendeachse befindet.

5 Der Einfluß des Störobjects 15 sowie die erfundungsgemäße Vorgehensweise, um das Störsignal von den Nutzsignalen zu trennen, sind in Fig. 1b angedeutet.

Fig. 1b zeigt die Verteilung der Intensität I der auf die Empfangseinheit E 10 insgesamt reflektierten und/oder remittierten Strahlung von Nutzsignalen in einer Richtung X. Die Intensitätsverteilung der Sendeeinheit S1 ist mit einer durchgezogenen, diejenige der Sendeeinheit S2 mit einer gestrichelten Linie angedeutet. Jede Intensitätsverteilung weist zwei charakteristische Bereiche auf, nämlich ein dargestelltes Nutzsignal mit einem Schwerpunkt bei X1 bzw. X2, das dem vom Tastobjekt 13 reflektierten und/oder remittierten Tastfleck 19 entspricht, sowie ein nicht dargestelltes Störsignal. Die Störsignale weisen auf der Empfangseinheit E einen bezogen auf 15 beide Sendeeinheiten S1 und S2 ortsgleichen Schwerpunkt auf.

20 Ein Maß für den korrekten Objektabstand D bilden lediglich die Positionen X1 und X2. Die Auswertung der Position des Schwerpunkts der Störsignale würde zu einem falschen Objektabstand führen. Wenn lediglich ein einziger Meßkanal vorhanden sein und somit nur ein einziger Intensitätsverlauf zur Verfügung stehen würde, dann bestünde ohne Zusatzinformationen die Gefahr, daß der Sensor 11 das Störsignal als Nutzsignal 25 wertet und durch die Auswertung der Position des Schwerpunkts der Störsignale einen falschen Abstandswert liefert.

Durch das erfindungsgemäße Vorsehen eines Zusatzkanals, der in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch Vorsehen einer zusätzlichen Sendeeinheit S2 realisiert wird, kann jedoch das Störsignal als solches identifiziert werden. Ausgenutzt wird hierzu der Umstand, daß der Ab-

5 stand  $a \cdot \Delta X$  der beiden Empfangssignale auf der Empfangseinheit E proportional zum Abstand  $\Delta X$  der beiden Sendeeinheiten S1, S2 in der entsprechenden Richtung ist. Der Proportionalitätsfaktor a ist von den Abbildungseigenschaften der Sendeoptik FS und der Empfangsoptik FE abhängig, d.h. es gilt  $a = f(FS, FE)$ . Diese Beziehung gilt für alle Objektabstände  
10 D, d.h. der Zusammenhang zwischen  $\Delta X$  einerseits und  $a \cdot \Delta X$  andererseits ist unabhängig vom Objektabstand D.

Bei der erfindungsgemäßen gemeinsamen Auswertung der Empfangssignale des Meßkanals S1-E und des Zusatzkanals S2-E werden charakteristische Bereiche der Intensitätsverläufe in Form von Peaks, die einem

15 vom Tastobjekt 13 reflektierten und/oder remittierten Tastfleck entsprechen könnten, daraufhin untersucht, ob sie um das erwartete Maß  $a \cdot \Delta X$  gegeneinander verschoben sind. Ist dies nicht der Fall, dann scheiden diese charakteristischen Bereiche bei der Abstandsbestimmung aus, und es erfolgt entweder eine Fehlermeldung oder es werden weitere charakteristische Bereiche der Intensitätsverteilungen überprüft.  
20

Wird dagegen festgestellt, daß zwei Peaks der Intensitätsverteilungen um das erwartete Maß  $a \cdot \Delta X$  gegeneinander verschoben sind, dann wird we-

25 nigstens einer dieser Peaks zur Bestimmung des Objektabstands D herangezogen, wobei die Lage von dessen Schwerpunkt X1 bzw. X2 ein Maß für den Objektabstand D darstellt.

In dem in Fig. 2a und 2b veranschaulichten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Sensor 11 wiederum mit zwei separaten Sendeeinheiten S1 und S2 versehen, denen eine gemeinsame, nicht dargestellte Empfangseinheit zugeordnet ist. In dieser Ausführungsform ist jeder Sendeeinheit 5 S1, S2 eine eigene Sendeoptik FS1, FS2 z.B. in Form einer Linse zugeordnet.

Die Sendeoptiken FS1 und FS2 unterscheiden sich dadurch, daß sie die von den Sendeeinheiten S1 und S2 ausgesandten Abtaststrahlen auf unterschiedliche Entfernungen d1 bzw. d2 fokussieren. In Abhängigkeit von 10 dem zu ermittelnden Abstand eines in Fig. 2a nicht dargestellten Tastobjekts vom Sensor 11 wird somit der Tastfleck der einen Sendeeinheit S1 schärfer oder weniger scharf auf der Empfangseinheit abgebildet als der Tastfleck der anderen Sendeeinheit S2.

15 Die erwartete Intensitätsverteilung der Nutzsignale entspricht prinzipiell den Verteilungen A, B, die in der oberen Darstellung der Fig. 2b schematisch gezeigt sind. Befindet sich das Tastobjekt relativ nahe am Sensor 11, so wird der Tastfleck der einen Sendeeinheit auf dem Empfänger schärfer 20 abgebildet als derjenige der anderen Sendeeinheit, wobei der Unterschied in der Schärfe durch die unterschiedlichen Breiten der einander entsprechenden charakteristischen Bereiche oder Peaks der jeweiligen Intensitätsverteilung A oder B detektiert werden kann. Bei einem relativ weit vom Sensor 11 entfernten Tastobjekt ist es umgekehrt, d.h. es wird der andere 25 Tastfleck schärfer abgebildet.

Fällt Störstrahlung, z.B. aufgrund eines spiegelnden Störobjekts 15 (vgl. Fig. 2a), auf die Empfangseinheit, so ergibt sich beispielsweise die in der

unteren Darstellung von Fig. 2b schematisch gezeigte Intensitätsverteilung C. Das Störsignal des Störobjekts 15 kann also zur Folge haben, daß nicht mehr aufgrund eines einem erwarteten Maß entsprechenden Unterschieds in der Schärfe der abgebildeten Tastflecken davon ausgegangen werden kann, daß die Peaks zur Bestimmung des korrekten Objektabstands herangezogen werden können.

Durch den Nachweis eines nicht den erwarteten Intensitätsverlauf aufweisenden Empfangssignals kann also das Vorhandensein eines die Messung verfälschenden Störobjekts 15 erkannt werden.

Das Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß Fig. 3a und 3b zeigt eine weitere Möglichkeit, einen Zusatzkanal zu nutzen, um den die Messung des Objektabstands D verfälschenden Einfluß eines Störobjekts 15 unschädlich zu machen.

Der Sensor 11 umfaßt zwei Sendeeinheiten S1 und S2 sowie eine gemeinsame Empfangseinheit E. Es sind eine gemeinsame Sendeoptik FS für die beiden Sendeeinheiten S1, S2 in Form einer Linse sowie für die Empfangseinheit E eine Empfangsoptik FE vorgesehen, die ebenfalls als Linse ausgebildet ist.

Während im von der Sendeeinheit S1 und der Empfangseinheit E gebildeten Meßkanal S1-E die ausgesandten Abtaststrahlen 25 fokussiert werden, um auf dem Tastobjekt 13 einen Tastfleck zu erzeugen, wird im Zusatzkanal S2-E dafür gesorgt, daß eine im Vergleich zu den Abtaststrahlen 25 des Meßkanals S1-E räumlich wesentlich weiter ausgedehnte Abtastzone in den tastobjektseitigen Halbraum des Sensors 11 ausgesandt wird.

Die Abtastzone kann durch gezielte Nicht-Fokussierung, Streuung, Aufweitung und/oder diffuse Aussendung der Abtaststrahlen der Sendeeinheit S2 erzeugt werden.

5 Mit der Abtastzone wird gezielt Störstrahlung nachgebildet, die beispielsweise durch Streuung in der Sendeeinheit S2, durch Reflexionen und/oder Remissionen an optischen Elementen wie z.B. Blenden oder Tüben sowie durch Defekte der Sendeoptik FS, z.B. Kratzer, Staub oder Schlieren an einer Sendelinse, hervorgerufen und von einem Störobjekt 15 auf die Empfangseinheit E reflektiert und/oder remittiert wird.

10

Fig. 3b zeigt die Intensitätsverteilungen der von den beiden Sendeeinheiten S1, S2 stammenden Empfangssignale. Es ist ein Fall dargestellt, bei dem aufgrund der vorstehend erwähnten Fehlerquellen auch im Meßkanal 15 S1-E ausgesandte Strahlung auf das Störobjekt 15 trifft und von diesem auf die Empfangseinheit E reflektiert und/oder remittiert wird, wodurch an der Position X2 ein Intensitätspeak erzeugt wird. Der entsprechende Intensitätspeak der Sendeeinheit S2 des Zusatzkanals ist aufgrund der gezielten Nachbildung der Störstrahlung höher als derjenige des Meßkanals, in welchem mit fokussierten Abtaststrahlen 25 gearbeitet wird. An der Position X1 dagegen, die dem zu ermittelnden Objektabstand D entspricht, entsteht im Meßkanal S1-E ein höheres Empfangssignal als im Zusatzkanal S2-E, da die Intensitätsdichte der Abtastzone am Tastobjekt 13 geringer ist als diejenige der Abtaststrahlen 25, mit denen auf dem Tastobjekt 13 ein Tastfleck erzeugt wird.

20

25

Die gemeinsame Auswertung der Empfangssignale der beiden Kanäle erfolgt dadurch, daß das Empfangssignal S2 des Zusatzkanals vom Emp-

fangssignal S1 des Meßkanals abgezogen wird und negative Differenzwerte gleich Null gesetzt werden. Übrig bleibt dann ein positives Differenzsignal an der dem Objektabstand D entsprechenden Position X1 auf der Empfangseinheit E. Dieses resultierende positive Differenzsignal wird dann für 5 die Bestimmung des Objektabstands D verwendet.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Sendeeinheiten S1, S2 und die Empfangseinheit E in der gemeinsamen Sensorebene 21 angeordnet, wobei sich die Sendeeinheit S2 des Zusatzkanals, mittels welcher die 10 räumlich ausgedehnte Abtastzone erzeugt wird, zwischen der Sendeeinheit S1 des Meßkanals und der Empfangseinheit E befindet. Die Abbildung der von den beiden Sendeeinheiten S1, S2 ausgesandten Strahlen erfolgt durch die gemeinsame Sendeoptik FS. Die Intensitäten im Meßkanal und im Zusatzkanal werden derart gewählt, daß an der dem Störobjekt 15 entsprechenden Position X2 auf der Empfangseinheit E des Zusatzkanal ein 15 höheres Signal liefert als der Meßkanal, wie es in Fig. 3b gezeigt ist, damit bei der Auswertung im Anschluß an die Bildung der Differenz zwischen den beiden Empfangssignalen lediglich an der dem Objektabstand D entsprechenden Position X1 ein positives Signal übrig bleibt.

20 Die Fig. 4a und 4b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, das insbesondere dazu geeignet ist, den störenden Einfluß von sogenannten Kontrastkanten 17 auf dem Tastobjekt 13 unschädlich zu machen. Kontrastkanten können beispielsweise Übergänge zwischen dunklen und 25 hellen Flächen in Schriftzügen auf dem Tastobjekt 13 sein. In der schematischen Darstellung der Fig. 4a ist ein Bereich mit geringem Reflexions- und/oder Remissionsvermögen schraffiert dargestellt. Der vom Sensor 11 ausgesandte Tastfleck 19 bedeckt gleichzeitig einen Bereich mit hohem

und einen Bereich mit niedrigem Reflexions- und/oder Remissionsvermögen.

Die empfangsseitige Auswirkung der Kontrastkante 17 ist in der die

5 Empfangssignale auf den beiden Empfangseinheiten E1, E2 andeutenden Fig. 4b gezeigt. In dem die Tastobjektfläche mit geringem Reflexions- und/oder Remissionsvermögen entsprechenden Bereich ist das Empfangssignal niedriger.

10 Wäre lediglich eine Empfangseinheit und somit lediglich ein Empfangssignal vorhanden, so würde bei der Bildung des Schwerpunkts der Intensitätsverteilung, um die zur Bestimmung des Objektabstands D benötigte X-Position auf der Empfangseinheit zu ermitteln, eine Verfälschung auftreten, da diese X-Position in Richtung des ein hohes Reflexions-

15 und/oder Remissionsvermögen aufweisenden Bereiches verschoben wäre.

Indem erfindungsgemäß mittels einer weiteren Empfangseinheit E2 ein Zusatzkanal geschaffen wird, der ein zusätzliches Empfangssignal liefert, in welchem sich die Kontrastkante 17 ebenfalls auswirkt, sind zwei Empfangssignale vorhanden, die jeweils einen von der Kontrastkante 17 herührenden charakteristischen Bereich aufweisen, in dem sich die Intensität sprunghaft ändert.

Bei der Auswertung der Intensitätsverteilungen können diese charakteristischen Bereiche problemlos identifiziert und entsprechenden Positionen 25 X1, X2 auf den Empfangseinheiten E1, E2 zugeordnet werden. Unabhängig von dem konkreten Verlauf der Intensitätsverteilungen der Empfangs-

signale bildet der Abstand  $\Delta X$  der Positionen  $X_1, X_2$  der charakteristischen Bereiche ein Maß für den zu ermittelnden Objektabstand  $D$ .

Bezugszeichenliste

11		Sensor
13		Tastobjekt
5	15	Störobject
	17	Kontrastkante
	19	Tastfleck
	21	Sensorebene
	23	Sensorgehäuse
10	25	Abtaststrahlen
	D	Objektabstand
	S, S1, S2	Sendeeinheit
	E, E1, E2	Empfangseinheit
15	FS, FS1, FS2	Sendeoptik
	FE, FE1, FE2	Empfangsoptik

**Zusammenfassung**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Objektabstands zwischen einem nach dem Triangulationsprinzip arbeitenden optoelektronischen Sensor und einem Objekt,
  - wobei der Sensor wenigstens einen Meßkanal zwischen einer Sendeeinheit zum Aussenden elektromagnetischer Abtaststrahlen in den Meßbereich und einer Empfangseinheit zum Nachweisen von aus dem Meßbereich reflektierten und/oder remittierten Abtaststrahlen aufweist,
  - wobei der Sensor zumindest einen Zusatzkanal aufweist, der zusätzlich zu der Sendeeinheit und der Empfangseinheit des Meßkanals eine weitere Sendeeinheit und/oder eine weitere Empfangseinheit aufweist, und
  - wobei zur Bestimmung des Objektabstands die Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals gemeinsam ausgewertet werden.
- 10 20 Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

**Patentansprüche**

5 1. Verfahren zum Bestimmen des Objektabstands (D) zwischen einem  
nach dem Triangulationsprinzip arbeitenden optoelektronischen  
Sensor (11) und einem Tastobjekt (13),  
- wobei der Sensor (11) wenigstens einen Meßkanal zwischen  
einer Sendeeinheit (S1; S) zum Aussenden elektromagneti-  
scher Abtaststrahlen in den Meßbereich und einer Emp-  
fangseinheit (E; E1) zum Nachweisen von aus dem Meßbe-  
reich reflektierten und/oder remittierten Abtaststrahlen  
aufweist,  
- wobei der Sensor (11) zumindest einen Zusatzkanal auf-  
weist, der zusätzlich zu der Sendeeinheit (S1; S) und der  
Empfangseinheit (E; E1) des Meßkanals eine weitere Sende-  
einheit (S2) und/oder eine weitere Empfangseinheit (E2)  
aufweist, und  
- wobei zur Bestimmung des Objektabstands (D) die Emp-  
fangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals gemein-  
sam ausgewertet werden.

10

15

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Meßkanal und der Zusatzkanal für jeden Objektabstand  
(D) gemeinsam und insbesondere zumindest im wesentlichen  
gleichzeitig betrieben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß allein das Empfangssignal des Meßkanals zur Bestimmung  
eines Abstandswertes verwendet wird, mittels des Empfangs-  
signals des Zusatzkanals festgestellt wird, ob die Empfangssignale  
zumindest ein Zusatzkriterium erfüllen, und bei erfülltem Zusatz-  
kriterium der Abstandswert als Maß für den Objektabstand (D)  
verwendet wird.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Empfangssignale sowohl des Meßkanals als auch des Zu-  
satzkanals zur Bestimmung eines als Maß für den Objektabstand  
(D) dienenden Abstandswertes verwendet werden.

15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Meßkanal und/oder im Zusatzkanal jeweils die Intensi-  
tätsverteilung des Empfangssignals auf der Empfangseinheit (E)  
oder auf den Empfangseinheiten (E1, E2) für die Abstandsbestim-  
mung verwendet wird.

20 6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Meßkanal und/oder im Zusatzkanal die Lage eines  
Schwerpunkts der Intensitätsverteilung oder eines charakteristi-  
schen Bereiches der Intensitätsverteilung für die Abstandsbe-  
stimmung verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß für den Meßkanal und den Zusatzkanal jeweils eine eigene  
Sendeeinheit (S1, S2) und bevorzugt eine gemeinsame Empfangseinheit (E) verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abtaststrahlen des Meßkanals und des Zusatzkanals in  
unterschiedliche Richtungen ausgesandt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der gemeinsamen Auswertung einander entsprechende  
charakteristische Bereiche der Empfangssignale des Meßkanals  
und des Zusatzkanals jeweils daraufhin untersucht werden, ob sie  
insbesondere um ein erwartetes Maß (a  $\Delta X$ ) gegeneinander ver-  
schoben sind.
10. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abtaststrahlen des Meßkanals und des Zusatzkanals auf  
unterschiedliche Entfernung (d1, d2) fokussiert werden, wobei  
bevorzugt in einem Kanal auf einen Nahbereich und im anderen  
Kanal auf einen Fernbereich fokussiert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der gemeinsamen Auswertung einander entsprechende  
charakteristische Bereiche der Empfangssignale des Meßkanals  
und des Zusatzkanals jeweils daraufhin untersucht werden, ob die  
ausgesandten Abtaststrahlen mit insbesondere gemäß einem er-  
warteten Maß unterschiedlicher Schärfe abgebildet werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abtaststrahlen sowohl des Meßkanals als auch des Zu-  
satzkanals fokussiert werden.
13. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abtaststrahlen des Zusatzkanals gezielt derart und insbe-  
sondere unfokussiert, gestreut, aufgeweitet und/oder diffus aus-  
gesandt werden, daß eine räumlich ausgedehnte Abtastzone in  
den Meßbereich ausgesandt wird, wobei bevorzugt die Abtastzone  
in zumindest einem wesentlichen Teil des tastobjektseitigen Halb-  
raums des Sensors (11) und insbesondere in zumindest im we-  
sentlichen den gesamten Halbraum ausgesandt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der gemeinsamen Auswertung eine Differenz zwischen den  
Empfangssignalen des Meßkanals und des Zusatzkanals gebildet  
wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der gemeinsamen Auswertung das Empfangssignal des  
Zusatzkanals vom Empfangssignal des Meßkanals abgezogen wird,  
negative Differenzwerte gleich Null gesetzt werden und ein resul-  
tierendes positives Differenzsignal für die Abstandsbestimmung  
verwendet wird.
- 10 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Intensität der Abtaststrahlen derart gewählt wird, daß das  
Empfangssignal in einem charakteristischen Bereich, der von ei-  
nem Störobjekt (15) mit im Vergleich zum Tastobjekt (13) hohem  
15 Reflexions- und/oder Remissionsvermögen hervorgerufen wird, im  
Zusatzkanal größer ist als im Meßkanal.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß für den Meßkanal und den Zusatzkanal jeweils eine eigene  
Empfangseinheit (E1, E2) und/oder eine eigene Empfangsoptik  
20 (FE1, FE2) verwendet wird, wobei bevorzugt eine gemeinsame  
Sendeeinheit (S) verwendet wird.
- 25 18. Verfahren nach Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Sendeeinheit zwischen den wenigstens zwei Empfangsein-  
heiten und/oder Empfangsoptiken angeordnet wird, für die Emp-

fangssignale jeweils ein Schwerpunkt der Intensitätsverteilung und der Abstand des Schwerpunkts von der Position der Sendeeinheit ermittelt werden, und der Mittelwert der Schwerpunktsabstände als Maß für den Objektabstand verwendet wird.

5

19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Empfangseinheiten (E1, E2) und/oder Empfangsoptiken auf derselben Seite der Sendeeinheit (S) angeordnet werden und der Abstand ( $\Delta X$ ) zwischen einander entsprechenden charakteristischen Bereichen der Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals als Maß für den Objektabstand (D) verwendet wird.

10

15 20. Vorrichtung zum Bestimmen des Objektabstands (D) zwischen einem nach dem Triangulationsprinzip arbeitenden optoelektronischen Sensor (11) und einem Tastobjekt (13),

20

25

- mit wenigstens einem Meßkanal zwischen einer Sendeeinheit (S1; S) zum Aussenden elektromagnetischer Abtaststrahlen in den Meßbereich und einer Empfangseinheit (E; E1) zum Nachweisen von aus dem Meßbereich reflektierten und/oder remittierten Abtaststrahlen,
- mit zumindest einem Zusatzkanal, der zusätzlich zu der Sendeeinheit (S1; S) und der Empfangseinheit (E; E1) des Meßkanals eine weitere Sendeeinheit (S2) und/oder eine weitere Empfangseinheit (E2) aufweist, und

mit einer Auswerteeinheit zur gemeinsamen Auswertung der Empfangssignale des Meßkanals und des Zusatzkanals zur Bestimmung des Objektabstands (D).

5 21. Vorrichtung nach Anspruch 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß alle Sende- und Empfangseinheiten (S, S1, S2, E, E1, E2) in  
einer gemeinsamen Sensorebene (21) angeordnet sind, die bevor-  
zugt senkrecht zu der dem kürzesten Abstand zwischen dem Sen-  
sor (11) und dem Tastobjekt (13) entsprechenden Abstandsrich-  
tung verläuft.

10  
22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die oder jede Sendeeinheit (S, S1, S2) in Form einer LED oder  
einer Lasereinrichtung vorgesehen ist.

15  
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die oder jede Empfangseinheit (E, E1, E2) in Form eines orts-  
auflösenden Detektors, insbesondere eines ein- oder mehrreihigen  
Fotodioden-Arrays, einer CCD (Charge Coupled Device) oder einer  
PSD (Position Sensitive Device) vorgesehen ist.

20  
25 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß alle Sende- und Empfangseinheiten (S, S1, S2, E, E1, E2) in  
einem gemeinsamen Sensorgehäuse (23) angeordnet sind.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sie zur Durchführung des Verfahrens nach einem der An-  
sprüche 1 bis 19 verwendet wird.

5

S7630

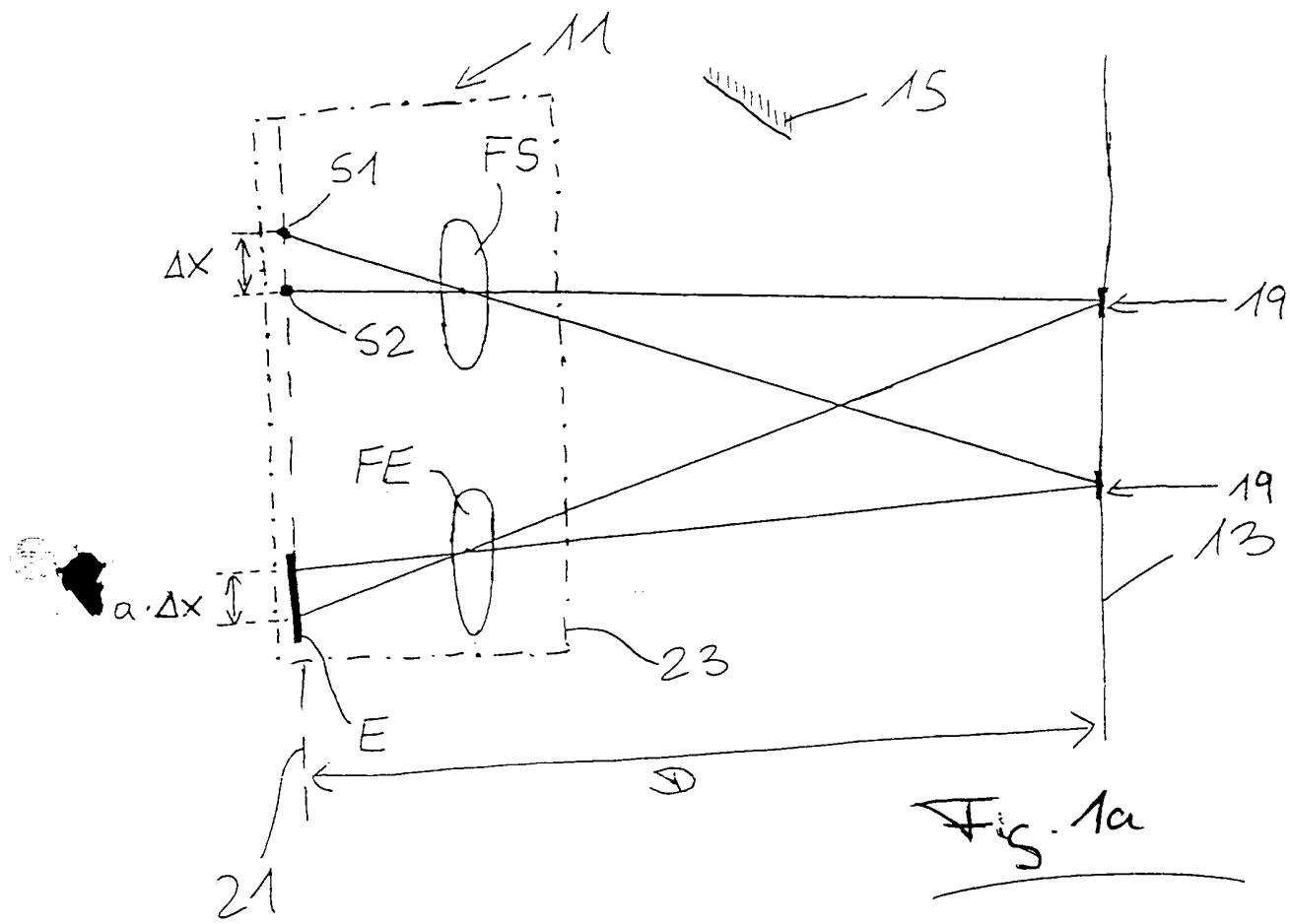


Fig. 1a

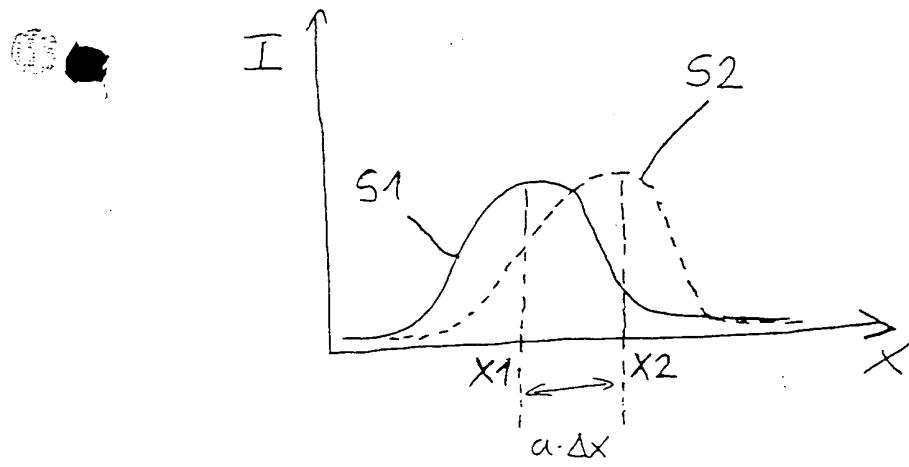


Fig. 1b

57630

2/4

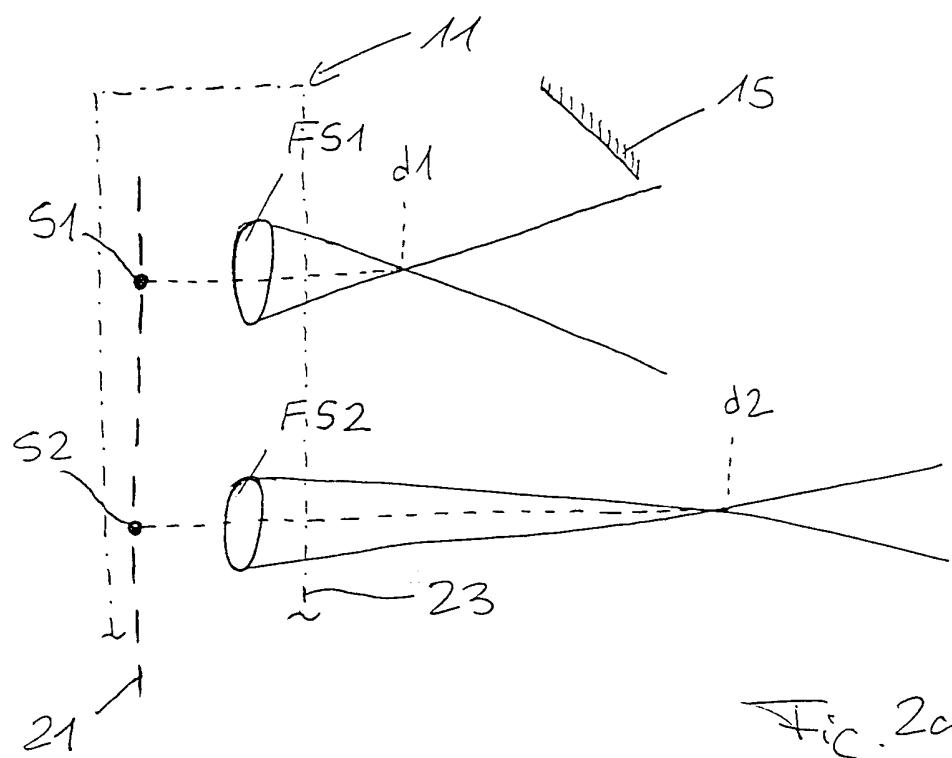


Fig. 2a

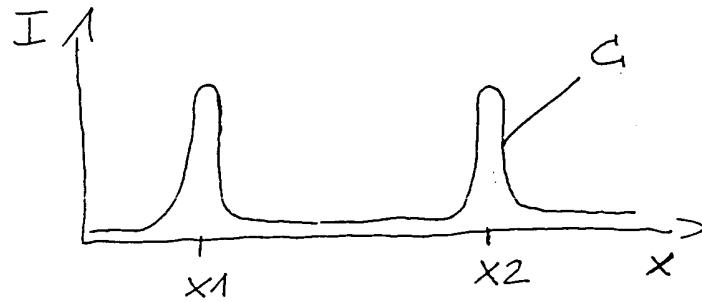
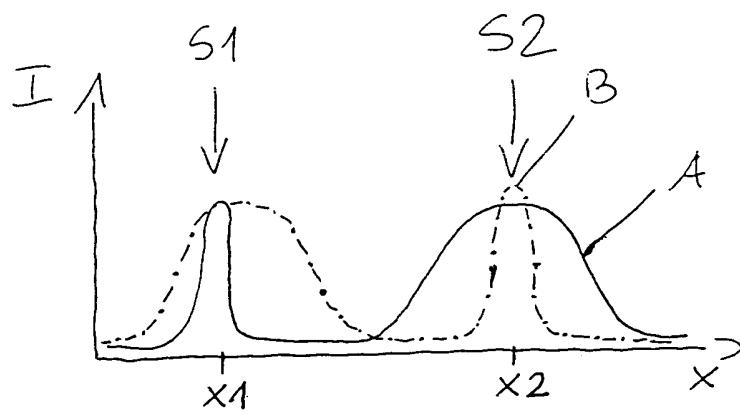


Fig. 2b

S7630

3/4

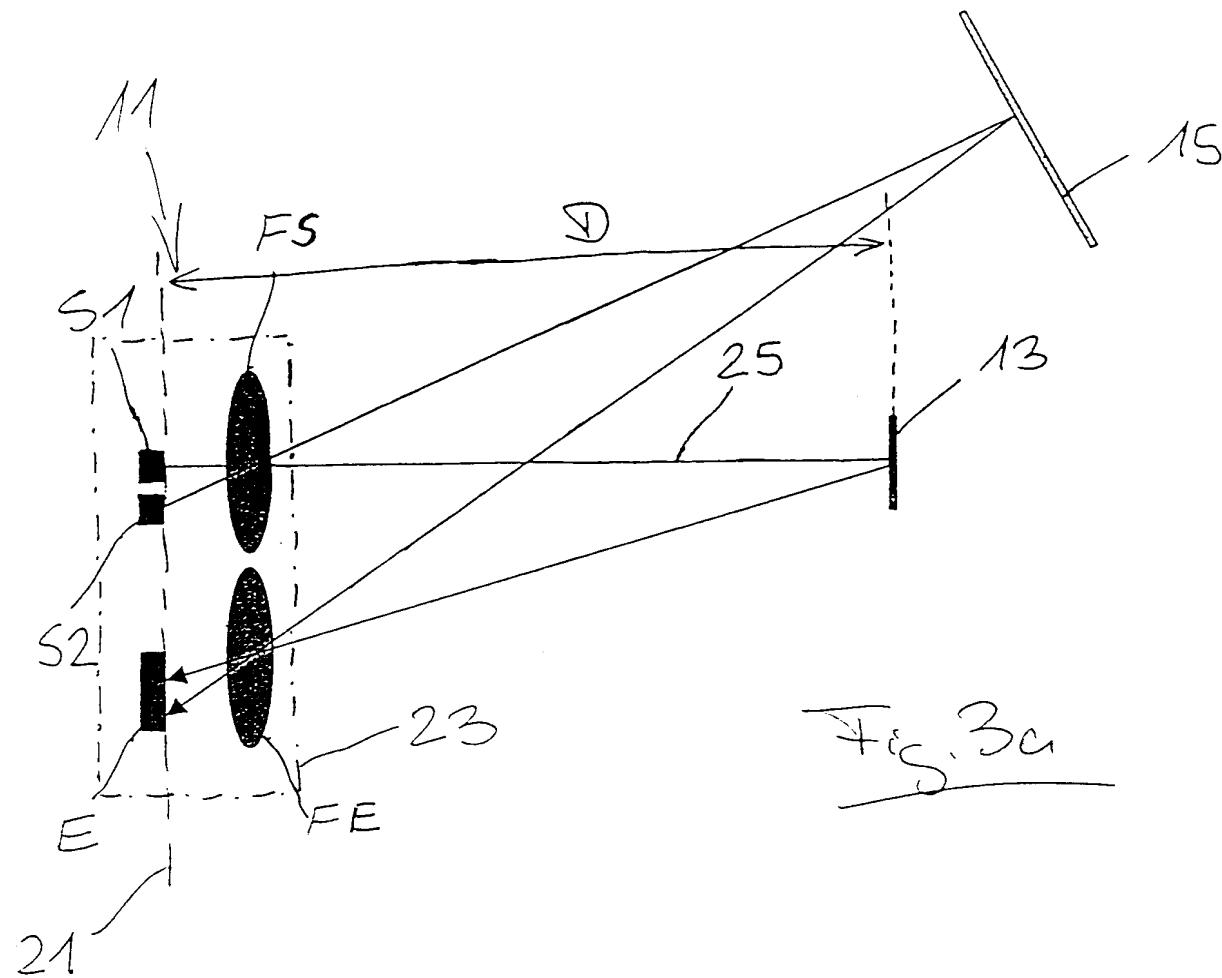


Fig. 3a

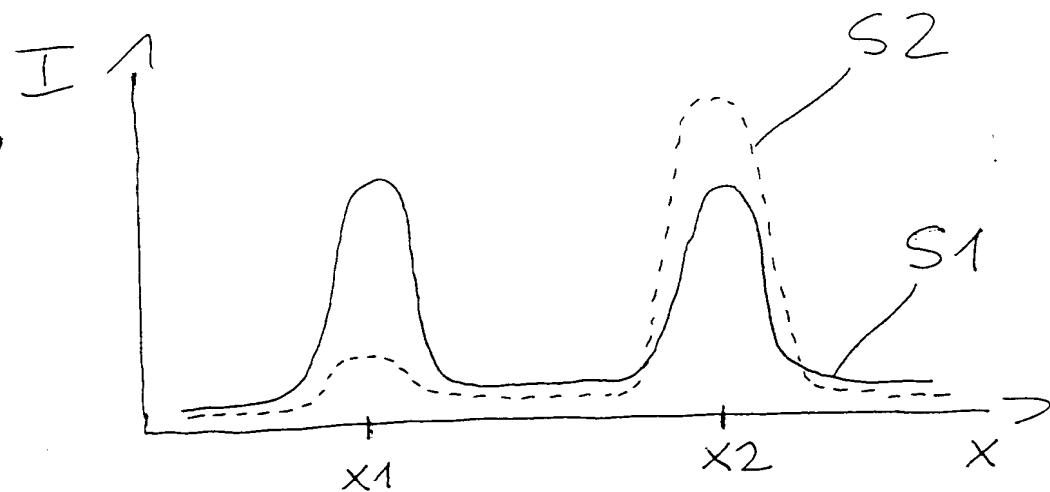


Fig. 3b

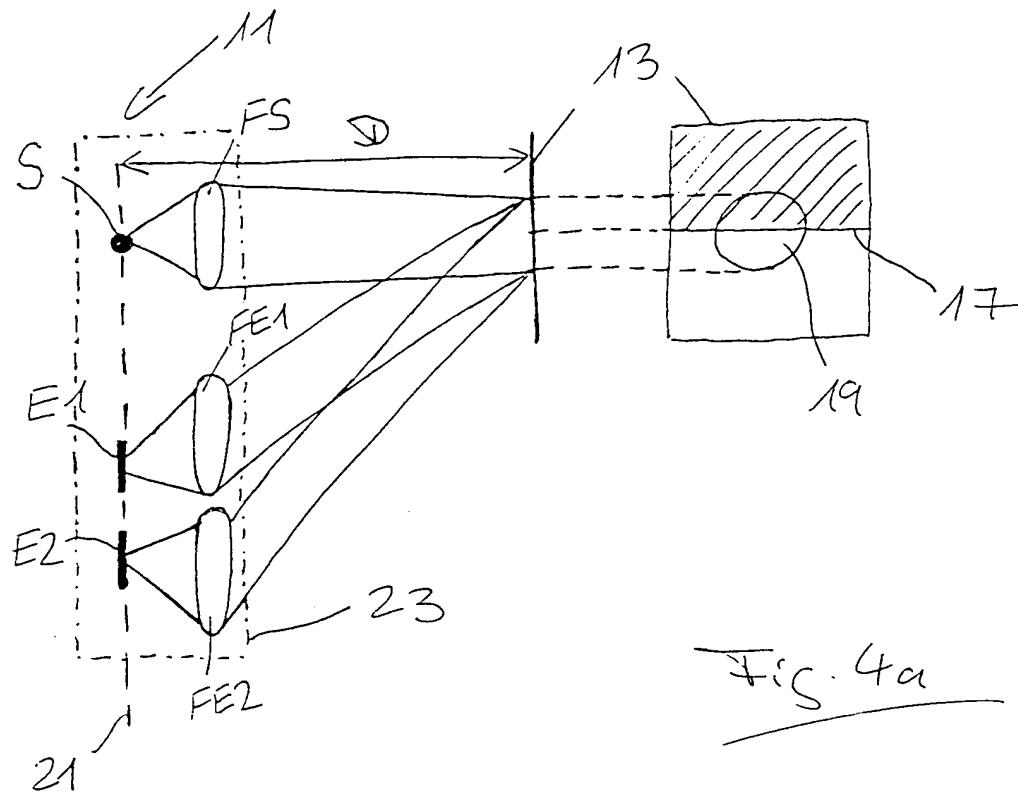


Fig. 4a

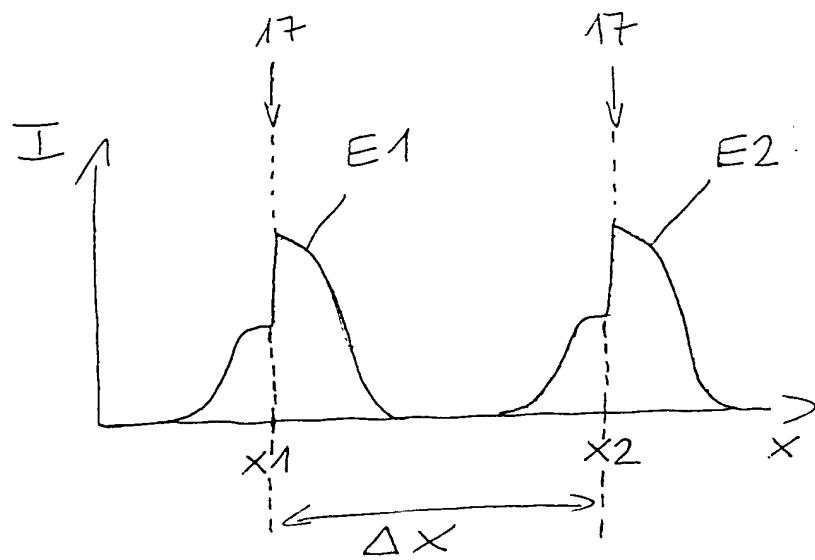


Fig. 4b